

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
27 mars 2003 (27.03.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/025946 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ :
G11C 11/16, H01F 10/32

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR02/03209

(22) Date de dépôt international :
19 septembre 2002 (19.09.2002)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
01/12123 20 septembre 2001 (20.09.2001) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE [FR/FR]; 3, rue Michel-Ange, F-75794 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

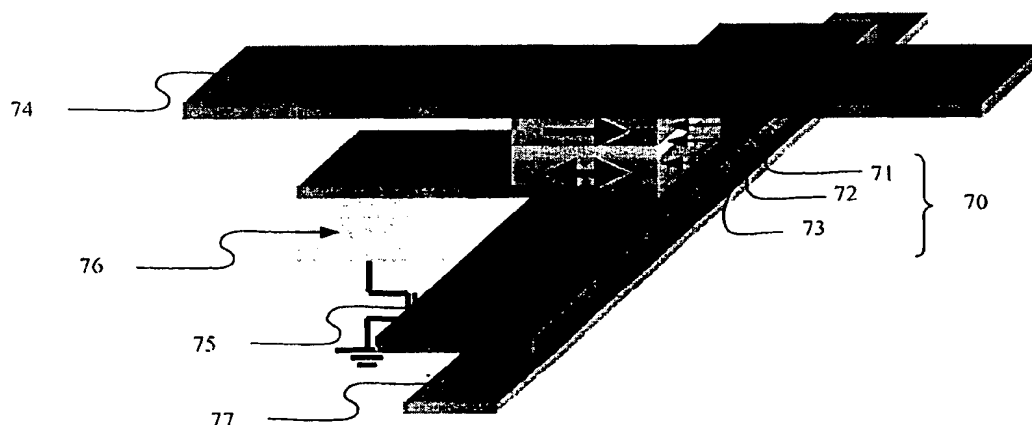
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
NOZIERES, Jean-Pierre [FR/FR]; 8, Chemin de Vence, F-38700 CORENC (FR). RANNO, Laurent [FR/FR]; 15 Rue de Boune, F-38000 Grenoble (FR). CONRAUX, Yann [FR/FR]; 15 Rue Lafayette, F-38000 Grenoble (FR).

(74) Mandataires : VUILLERMOZ, Bruno etc.; Cabinet Laurent & Charras, 20, rue Louis Chirpaz, B.P. 32, F-69131 Ecully (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: MAGNETIC MEMORY WITH WRITE INHIBIT SELECTION AND THE WRITING METHOD FOR SAME

(54) Titre : MEMOIRE MAGNETIQUE A SELECTION A L'ECRITURE PAR INHIBITION ET PROCEDE POUR SON ECRITURE



(57) Abstract: The invention relates to a magnetic memory with write inhibit selection and the writing method for same. Each memory element of the invention comprises a magnetic tunnel junction (70) consisting of: a magnetic layer, known as the trapped layer (71), having hard magnetisation; a magnetic layer, known as the free layer (73), the magnetisation of which may be reversed; and an insulating layer (72) which is disposed between the free layer (73) and the trapped layer (71) and which is in contact with both of said layers. The free layer (73) is made from an amorphous or nanocrystalline alloy based on rare earth and a transition metal, the magnetic order of said alloy being of the ferrimagnetic type. The selected operating temperature of the inventive memory is close to the compensation temperature of the alloy.

(57) Abrégé : Cette mémoire magnétique, dont chaque point mémoire est constitué d'une jonction tunnel magnétique (70), comprend : une couche magnétique, dite couche piégée (71), dont l'aimantation est rigide ; une couche magnétique, dite couche libre (73), dont l'aimantation peut être inversée ; une couche isolante

[Suite sur la page suivante]

WO 03/025946 A1

BEST AVAILABLE COPY



(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(72), interposée entre la couche libre (73) et la couche piégée (71) et au contact respectif de ces deux couches. La couche libre (73) est réalisée en un alliage amorphe au nanocristallisé à base de terre rare et d'un métal de transition, l'ordre magnétique dudit alliage, étant de type ferrimagnétique, et en ce que la température de fonctionnement de la mémoire est choisie proche de la température de compensation dudit alliage.

**MEMOIRE MAGNETIQUE A SELECTION A L'ECRITURE PAR
INHIBITION ET PROCEDE POUR SON ECRITURE**

Domaine technique

5 La présente invention se rattache au domaine des mémoires magnétiques, et notamment des mémoires magnétiques à accès aléatoire non volatiles permettant le stockage et la lecture de données dans les systèmes électroniques. Plus précisément, elle concerne les mémoires à accès aléatoire magnétiques, appelées M-RAM, constituées d'une jonction tunnel magnétique.

10

Etat Antérieur de la technique

Les mémoires basées sur l'état de charge d'une capacité (DRAM, SRAM, FLASH) deviennent de plus en plus sensibles aux radiations ionisantes (telles que par exemple les rayons cosmiques) au fur et à mesure que la dimension des transistors élémentaires se réduit. Par ailleurs, les mémoires à base de ferroélectriques (FRAM) présentent de
15 sérieux problèmes de vieillissement. Les développements récents dans le domaine de la magnéto-électronique ont permis de concevoir un nouveau type de mémoire, basé sur la magnétorésistance de jonctions magnétiques. En d'autres termes, leur principe de fonctionnement ne repose plus sur le stockage d'une charge électrique, mais sur
20 l'orientation relative de l'aimantation des éléments qui la constituent. Ces mémoires magnétiques à accès aléatoire (Magnetic Random Access Memories - MRAM) présentent de nombreux atouts : rapidité (quelques nanosecondes de durée d'écriture et de lecture), non volatilité, absence de fatigue à la lecture et à l'écriture, insensibilité aux radiations ionisantes. Elles sont susceptibles dans un premier temps, de remplacer
25 les mémoires flash et, à plus long terme, les DRAM et SRAM pour devenir une mémoire universelle.

Dans les premières mémoires magnétiques, le point mémoire était constitué d'un élément dit à magnétorésistance géante, formé d'un empilement de plusieurs couches
30 métalliques alternativement magnétiques et non magnétiques. Une description détaillée de ce type de structures peut être trouvée dans les documents US-A-4 949 039 et US-A-5 159 513 pour les structures de base, et dans le document US-A-5 343 422 pour la réalisation d'une mémoire RAM à partir de ces structures de base. Ce type de mémoire, de part son architecture, permet la réalisation de mémoires non volatiles
35 avec une technologie simple, mais de capacité limitée. En effet, le fait que les

éléments mémoire soient connectés en série le long de chaque ligne limite la possibilité d'intégration, puisque le signal est de plus en plus faible lorsque le nombre d'éléments augmente.

- 5 Les structures les plus prometteuses utilisent pour chaque point mémoire une jonction tunnel magnétique, appelée par la suite Magnetic Tunnel Junction - MTJ, et composées dans leur forme la plus simple, de deux couches magnétiques de coercitivités différentes, séparées par une mince couche isolante. Une description de ces structures est donnée dans la publication Physics Letters volume 54A (1975) page 225, ou plus
10 récemment dans les publications Journal of Magnetism and Magnetic Materials volume 139 (1995) page L139 et Physical Review Letters volume 74 (1995) page 3273. L'utilisation de ces structures pour la fabrication de MRAM a été décrite initialement dans le document US-A-5 640 343.
- 15 L'architecture la plus prometteuse pour l'instant semble être celle décrite dans le document US-A-6 021 065 et dans la publication Journal of Applied Physics volume 81 (1997) page 3758, et dont le principe est représenté schématiquement sur la figure 1. Comme on peut le voir sur la figure 1, chaque élément ou point mémoire (10) est constitué de l'association d'un transistor CMOS (12) et d'une jonction MTJ (11). La
20 dite jonction (11) comporte au moins une couche magnétique (20), dite couche libre, une fine couche isolante (21) et une couche magnétique (22), dite couche piégée. Préférentiellement mais de manière non limitative, les deux couches magnétiques sont réalisées à base des métaux 3d (Fe, Co, Ni) et leurs alliages, et la couche isolante est constituée d'alumine (Al_2O_3). Préférentiellement, la couche magnétique (22) est
25 couplée à une couche antiferromagnétique (23), dont la fonction est de piéger la couche (22), afin que son aimantation ne bascule pas lors de l'écriture. Préférentiellement aussi, la couche (22) peut être elle-même formée de plusieurs couches, ainsi que le décrit par exemple le document US-A-5 583 725 pour former une couche dite antiferromagnétique synthétique. Toutes ces variantes, ainsi que d'autres,
30 sont bien connues de l'homme de métier.

L'architecture comporte en outre trois niveaux de lignes. Les deux niveaux de lignes (14) (word line) et (15) (bit line), généralement disposés à 90° l'un par rapport à l'autre, sont destinés à acheminer des impulsions électriques propres à créer un champ magnétique permettant la commutation de l'aimantation de la couche (20) lors du processus d'écriture. Ces impulsions de champ sont produites en envoyant des impulsions de courant courtes (typiquement 2 à 5 nanosecondes) et d'intensité de l'ordre de 10 mA le long des lignes (14) et (15). L'intensité de ces impulsions et leur synchronisation sont ajustées de sorte que seule l'aimantation du point mémoire se trouvant à la croisée de ces deux lignes peut commuter. Un niveau de ligne additionnel (16) (control line) est destiné à commander l'ouverture ou la fermeture du canal des transistors (12) pour pouvoir adresser chaque élément mémoire individuellement. Les transistors (12) sont utilisés comme des interrupteurs.

En mode écriture, le transistor (12) sélectionné est en mode bloqué ou OFF, aucun courant ne le traverse. On envoie une impulsion de courant I dans les deux lignes (14) et (15) correspondant au point mémoire (10) sélectionné. L'amplitude de l'impulsion de courant I est telle que le champ magnétique créé ne soit pas suffisant pour faire basculer les points mémoire sur les lignes (14) ou (15), sauf à l'intersection des dites lignes (14) et (15), où la contribution conjointe des deux lignes est suffisante pour faire basculer l'aimantation de la couche (20) du point mémoire.

En mode lecture, le transistor (12) est en mode saturé ou ON par l'envoi d'une impulsion de courant positive dans sa base à travers la ligne de commande (16), le courant qui le traverse est maximum. Un courant de mesure est ensuite envoyé dans la ligne (14), qui ne peut traverser que le seul point mémoire dont le transistor (12) est en position ON. Par ce courant, on effectue une mesure de la résistance de la jonction (11) du point mémoire (10) sélectionné. Par comparaison avec un point mémoire référence qui n'est pas décrit ici, l'état correspondant du point mémoire (10) (1 ou 0) est ainsi déterminé.

En décrivant le mécanisme d'écriture de ces points mémoire, on comprend clairement les limites de cette architecture :

- L'écriture étant assurée par un champ magnétique extérieur, elle est assujettie à la valeur du champ de retournement individuel de chaque point mémoire. Si la fonction de distribution des champs de retournement pour l'ensemble des points mémoire est large (en effet, elle n'est pas uniforme en raison des contraintes de construction), il est nécessaire que le champ magnétique sur le point mémoire sélectionné soit supérieur au champ de retournement le plus élevé de la distribution, au risque de renverser accidentellement certains points mémoire situés sur la ligne et ou la colonne correspondante, dont le champ de retournement, situé dans la partie basse de la distribution, est plus faible que le champ magnétique généré par la ligne ou la colonne seule. Inversement, si l'on souhaite s'assurer qu'aucun point mémoire ne soit écrit par une ligne ou une colonne seule, il faut limiter le courant d'écriture de façon à ne jamais dépasser pour ces points mémoire le champ magnétique correspondant à la partie basse de la distribution, au risque de ne pas écrire le point mémoire sélectionné à l'intersection desdites lignes et colonnes, si son champ de retournement est dans la partie haute de la distribution. En d'autres termes, cette architecture à sélection par champ magnétique à l'aide de lignes et de colonnes de conducteurs peut facilement conduire à des erreurs d'adressage à l'écriture. Compte tenu de ce qu'il est attendu que la fonction de distribution des champs de retournement des points mémoire soit d'autant plus large que leur dimension est faible, puisque c'est la géométrie des points mémoire (forme, irrégularités, défauts) qui domine le renversement de l'aimantation, cet effet ne pourra qu'empirer dans les générations de produits futures.
- En outre, ce mode d'écriture ne permet d'écrire qu'un seul point mémoire à la fois pour minimiser le risque d'erreur d'adressage.

L'objet de la présente invention consiste précisément à s'affranchir de ces limitations.

Descriptif sommaire de l'invention

L'invention vise une mémoire magnétique de type MTJ, qui minimise les erreurs d'adressage en inhibant à l'écriture les points mémoire qui ne doivent pas être écrits. Pour cela, elle propose de remplacer les couches ferromagnétiques usuelles (20, 22) du type de celles décrites en relation avec la figure 1 à base de métaux 3d (Fe, Co, Ni) et leurs alliages, par des alliages amorphes ferrimagnétiques (AAF).

Elle propose donc une mémoire magnétique, dont chaque point mémoire est constitué d'une jonction tunnel magnétique, comprenant :

- une couche magnétique, dite couche piégée, dont l'aimantation est rigide,
- une couche magnétique, dite couche libre, dont l'aimantation peut être inversée,
- une couche isolante, interposée entre la couche libre et la couche piégée et au contact respectif de ces deux couches.

Selon l'invention, la couche libre est réalisée en un alliage amorphe ou nanocristallisé à base de terre rare et d'un métal de transition, l'ordre magnétique dudit alliage étant de type ferrimagnétique, et la température de fonctionnement de la mémoire est choisie proche de la température de compensation dudit alliage.

La température de compensation est définie comme étant la température à laquelle les aimantations respectives du sous réseau des atomes de terres rares et du sous réseau de métaux de transition entrant dans la composition de l'AAF sont parfaitement compensées, c'est à dire qu'elles sont égales en amplitude et opposées en signe, donc l'aimantation macroscopique résultante est nulle.

Chacun des points mémoire est placé à l'intersection d'un réseau de conducteurs électriques, avantageusement des connecteurs croisés, et connecté à sa base à un transistor de sélection et sur la partie supérieure à l'un desdits connecteurs croisés.

Dans une première forme de l'invention, l'écriture est réalisée au niveau d'un point mémoire considéré par l'envoi simultané d'impulsions de courant électrique dans lesdits conducteurs croisés, afin de générer un champ magnétique d'écriture sur ledit point mémoire à écrire, et d'un courant de chauffage par le biais dudit transistor.

Selon une autre forme de réalisation de l'invention, l'écriture est réalisée en envoyant des impulsions de courant dans les conducteurs croisés correspondant audit point mémoire à écrire, et en chauffant les points mémoire que l'on souhaite éviter d'écrire (points mémoire à inhiber) par le biais des transistors correspondants, ledit courant de chauffage étant sélectionné de telle sorte que la température desdits points mémoire à inhiber devienne supérieure à la température de compensation de l'alliage ferrimagnétique constitutif de la couche libre desdits points mémoire, lesdits points mémoire à inhiber présentant ainsi l'aimantation de leur couche libre orientée selon la même direction que celle de la couche libre du point mémoire à écrire.

10

La manière dont l'invention peut être réalisée, et les avantages qui en découlent ressortiront mieux des exemples de réalisation qui suivent, donnés à titre indicatif et non limitatif à l'appui des figures annexées

15 Description sommaire des figures

La figure 1, déjà décrite, est une représentation schématique de l'architecture d'une mémoire magnétique de l'état antérieur de la technique, dont les points mémoire sont constitués par une MTJ.

La figure 2a est une représentation schématique de l'aimantation d'un AAF.

20 La figure 2b est une courbe représentant la variation de l'aimantation d'un AAF en fonction de la température.

La figure 3 est une représentation schématique d'une mémoire magnétique conforme à une première forme de réalisation de l'invention.

25 La figure 4 est une courbe représentative de la variation du champ magnétique de retournement de la couche libre d'AAF d'une MTJ de la mémoire de l'invention en fonction de la température.

Les figures 5a à 5d illustrent le mode de fonctionnement de la mémoire magnétique selon une autre forme de réalisation de l'invention.

30 Les figures 6a à 6c illustrent le mode de fonctionnement de l'inhibition d'un point mémoire correspondant à la configuration de la figure 5d.

Description détaillée de l'invention

Ainsi que brièvement rappelé ci-dessus, le fonctionnement de la mémoire conforme à l'invention repose sur la mise en œuvre d'une phase de chauffage de la couche libre d'AAF de la MTJ des poins mémoire la constituant. La référence de cette élévation de température est constituée par la température dite de compensation. Il va donc être tout
5 d'abord rapidement détaillé ce phénomène.

Ainsi qu'on peut l'observer sur la figure 2a, l'aimantation macroscopique (50) d'une couche (55) d'un AAF peut être décomposée en deux contributions, une contribution due au sous réseau des atomes de terre rare (51), et une contribution due au sous
10 réseau des atomes de métal de transition (52). De façon schématique, l'aimantation macroscopique (50) résulte de la somme vectorielle des aimantations des deux sous réseaux (51) et (52).

Par ailleurs, les aimantations du sous réseau de terre rare (51) et du sous réseau du
15 métal de transition (52) sont fortement couplées entre elles, résultant en un comportement conjoint lors du renversement de l'aimantation macroscopique (50) ou de la réorientation par une excitation sélective de l'un des sous réseaux (51) et (52).

En outre, lorsque la nature chimique et la composition relative de la terre rare et du
20 métal de transition sont judicieusement choisies, l'ordre magnétique est de type ferrimagnétique, c'est à dire que l'aimantation du sous-réseau des atomes de terre rare (51) pointe dans une direction tandis que l'aimantation du sous réseau des atomes de métal de transition (52) pointe dans la direction opposée. Comme on peut le voir sur la figure 2a, si la valeur absolue des aimantations (51) et (52) des deux sous-réseaux n'est
25 pas égale, le moment magnétique macroscopique (50) de l'ensemble de l'AAF est non nul.

Par ailleurs, comme on le voit sur la figure 2b, les variations en température des aimantations (51) du sous réseau de la terre rare, et (52) du métal de transition sont très
30 différentes, conduisant à une variation avec la température de l'importance relative de contributions des deux sous réseaux à l'aimantation macroscopique résultante. En règle générale, l'aimantation du sous réseau de terre rare (51) décroît plus vite que l'aimantation du sous réseau de métal de transition (52). Lorsque la nature chimique et

la composition relative de la terre rare et du métal de transition sont judicieusement choisies, pour que les aimantations (51) et (52) des deux sous-réseaux soient antiparallèles, il existe une température, appelée température de compensation (53), à laquelle ces deux aimantations sont parfaitement compensées, c'est à dire qu'elles sont
5 égales en amplitude et opposées en signe, donc l'aimantation macroscopique (50) résultante est nulle. En dessous de la température de compensation, le sous réseau de terre rare (51) domine et définit la direction de l'aimantation macroscopique (50). Au-dessus de la température de compensation, le sous réseau de métal de transition (52) domine et détermine la direction de l'aimantation macroscopique (50).

10

Par ailleurs, à la température de compensation (53), le champ coercitif diverge et tend vers l'infini (voir figure 4). De part et d'autre de la température de compensation, le champ coercitif décroît d'autant plus rapidement que la température est proche de la température de compensation (53).

15

Par ailleurs, les électrons contribuant à l'aimantation du sous réseau de métal de transition (52) sont principalement les électrons de conduction (électrons 3d), c'est à dire les électrons qui participent au transport du courant électrique. Par contre, les électrons responsables de l'aimantation du sous réseau de terre rare (51) sont les
20 électrons des niveaux de cœur (électrons 4f), qui sont localisés et fortement écrantés par les autres électrons du système.

25

Enfin, les propriétés intrinsèques de ces AAF (aimantation macroscopique, anisotropie magnétique, champ coercitif) peuvent être très facilement contrôlées par la nature chimique des éléments mis en jeu et leurs concentrations respectives. On peut également pour cela rajouter des faibles quantités d'éléments de substitution, en général des métaux de transition, des métaux réfractaires ou des terres rares, par exemple mais de manière, non limitative du Ta, Mo, Nb, Zr, Pt, Dy, et Sm.

Parmi les AAF envisagés dans la présente invention, on trouve de manière préférentielle mais non limitative l'alliage amorphe de Gadolinium (Gd) et de Cobalt (Co), qui associe un ordre ferrimagnétique, une faible anisotropie magnétocristalline, et lorsque la composition est judicieusement choisie, une température de compensation
5 proche de la température de fonctionnement de la mémoire, par exemple $Gd_{25}Co_{75}$.

Comme on peut le voir sur la figure 3, le point mémoire d'une mémoire magnétique conforme à l'invention est formé d'une MTJ (70) de type AAF comportant une couche magnétique (71), dont l'aimantation est piégée, une couche isolante (72) réalisée en
10 alumine, et une couche d'alliage AAF (73), dont on souhaite renverser l'aimantation pour écrire le point mémoire (70). Deux lignes d'amenée de courant (74) et (75) se croisent à l'aplomb du point mémoire. La ligne de conducteur supérieure (74) est au contact de la MTJ (70). La ligne de conducteur inférieure (75) est isolée électriquement de ladite MTJ. Un transistor de commande (76) et sa ligne de
15 commande (77) sont placés sous et au contact du point mémoire (70). Tout cela est similaire à l'état antérieur de la technique, hormis la nature chimique des couches (71) et (73).

Avantageusement une couche de forte coercitivité, par exemple un alliage à base de
20 Co, ou une couche antiferromagnétique, par exemple un alliage ordonné PtMn (non représentée) peut être placée sur la couche (71) pour bloquer son aimantation.

Avantageusement la couche magnétique (71) peut être formée d'un alliage AAF, identique ou différent de la couche (73), dont le champ de retournement est grand, par
25 exemple un alliage à base de Samarium et de Cobalt ou encore en un alliage amorphe à base de Terbium et de Cobalt.

Un point mémoire conforme à l'invention fonctionne de la façon suivante, illustré en relation avec la figure 4 :

30

La température de fonctionnement (56) de la mémoire est choisie proche de la température de compensation (53) de la couche (73), de façon à garantir des champs de retournement des points mémoire importants, puisque celui-ci diverge à la température

de compensation (53). Avantageusement, la température de compensation de la couche (73) est légèrement inférieure à la température de fonctionnement de la mémoire.

A l'écriture, par une impulsion dans la ligne (77), on ouvre le transistor de commande (76) correspondant au point mémoire (70) sélectionné. Le courant qui passe dans le point mémoire est choisi suffisant pour échauffer ce dernier à une température (57) très supérieure à la température de compensation (53), l'échauffement étant facilité par la résistivité importante des alliages AAF utilisés dans la couche (73). A cet échauffement du point mémoire (70), est associé une chute brutale du champ de retournement de la couche (73) puisque celui-ci varie très vite au voisinage de la température de compensation. On envoie alors une impulsion de courant dans les conducteurs d'excitation (74) et (75), avec un signe tel qu'elle permette le renversement de l'aimantation de la couche (73). Une fois que l'aimantation de la couche (73) a été retournée par l'impulsion de courant dans les lignes (74) et (75), le courant de chauffage dans la ligne (77) est coupé, ce qui ramène la température du point mémoire (70) en dessous de la température de compensation (53) et les impulsions de courant dans les conducteurs (74) et (75) sont supprimées. Le point mémoire est écrit.

A la lecture, le procédé est identique à celui décrit dans l'état antérieur de la technique, à savoir une lecture de la résistance du point mémoire par un courant de faible amplitude dans la ligne (77), laquelle résistance est comparée à celle d'une cellule de référence qui n'est pas décrite sur la figure 3.

On conçoit l'intérêt de cette architecture en considérant que le champ de retournement varie énormément avec la température au voisinage de la température de compensation (53). En conséquence, il est possible d'abaisser le champ de retournement du point mémoire sélectionné à des valeurs très inférieures à celles des autres points mémoire du réseau. En particulier le champ de retournement du point mémoire sélectionné peut être obtenu inférieur à la borne inférieure de la distribution de champs de retournement de l'ensemble de la mémoire. L'amplitude de l'impulsion de courant est donc suffisante pour renverser l'aimantation du point mémoire, mais pas pour renverser l'aimantation des points mémoire non sélectionnés, dont la température

reste proche de la température de fonctionnement, et ce, quelle que soit la valeur du champ de retournement dans la distribution dudit champ de retournement de l'ensemble des points mémoire du réseau. On augmente ainsi fortement la sélectivité à l'écriture, ce qui a pour effet d'éliminer les erreurs d'adressage observées dans l'état
5 antérieur de la technique.

L'utilisation d'un chauffage pour favoriser la sélection d'un point mémoire est également possible avec des MTJ à base d'alliage de métaux 3d, comme dans l'état de l'art, mais la variation beaucoup plus lente du champ de retournement avec la
10 température dans ces alliages oblige à chauffer à des températures beaucoup plus élevées, résultant en une puissance consommée et une durée de lecture plus grands.

Avantageusement, le courant de chauffage peut être obtenu par un élément chauffant extérieur non représenté sur la figure 3.
15

Avantageusement, cette technique d'adressage permet l'écriture simultanée de plusieurs points mémoire, en sélectionnant le chauffage simultané de plusieurs points mémoire. Cette approche permet d'augmenter la vitesse d'écriture globale de la
20 mémoire.

Dans une variante améliorée de l'invention, la sélection à l'adressage est obtenue en inhibant les points mémoire que l'on ne souhaite pas écrire par un chauffage identique à celui utilisé pour le point sélectionné dans la forme de réalisation décrite précédemment. Dans ce cas comme on peut le voir sur la figure 5a, on sélectionne la
25 nature chimique et la composition de la couche (73), de telle sorte qu'à la température de fonctionnement au repos de la mémoire, le moment magnétique du sous réseau des atomes de terre rare (81) soit supérieur au moment magnétique du sous réseau des atomes de métal de transition (82). En conséquence l'aimantation macroscopique (80) de la couche (73) pointe dans la même direction que l'aimantation du sous réseau (81).
30 Par ailleurs, la température de fonctionnement au repos de la mémoire est choisie inférieure à la température de compensation (53) de la couche (73). Le processus d'écriture est alors le suivant :

On envoie par le biais des conducteurs (74) et (75) un courant d'amplitude telle, que le champ magnétique (88) créé à l'intersection desdits conducteurs correspondant au point mémoire à écrire possède un signe opposé à l'aimantation au repos du point mémoire (90) à écrire, dont seule la couche (73) à renverser est représentée sur la figure 5b. L'amplitude du champ magnétique d'écriture (88) ainsi créé est très supérieure au champ de retournement du point mémoire (90) sélectionné pour s'assurer de son écriture sans erreur quelle que soit la distribution de champ de retournement du réseau de points mémoires.

Simultanément, les autres points mémoire que l'on ne souhaite pas écrire sont inhibés selon la procédure suivante : Si le point mémoire (91), constituant l'un des points mémoire à inhiber, dont seule la couche (73) est représentée sur la figure 5c, possède une aimantation macroscopique (80) de sens opposé à l'aimantation du point mémoire (90) à écrire, le champ magnétique (88) est nécessairement de même sens que l'aimantation (80) dudit point mémoire (91), c'est donc un champ stabilisant. En conséquence l'état du point mémoire (91) n'est pas affecté, quelle que soit l'amplitude du champ magnétique (88) appliqué.

Si le point mémoire (92), constituant également l'un des points mémoire à inhiber, dont seule la couche (73) est représentée sur la figure 5d, possède une aimantation macroscopique (80) de même sens que le point mémoire (90) à écrire, le champ magnétique (88) est opposé à l'aimantation (80) au repos, il y a donc risque d'écriture erronée. On inhibe alors l'écriture du point mémoire (92) par la procédure suivante : Comme on peut le voir sur la figure 6a, où seule la couche (73) du point mémoire (92) est représentée, à partir de la température au repos (100) du point mémoire (92), au dessous de la température de compensation (83), en commandant, avant l'envoi d'impulsions de courant dans les lignes (74) et (75), l'ouverture du transistor (76) correspondant au point mémoire (92) par l'envoi d'une impulsion de courant dans la ligne (77) correspondante, on chauffe le point mémoire (92) à une température (101) au-dessus de la température de compensation (83) de la couche (73) correspondante. En raison des propriétés spécifiques des alliages AAF, le passage au-dessus de la température de compensation (83) a pour effet de renverser l'aimantation macroscopique (80) du point mémoire (92), puisque les contributions relatives de l'aimantation du sous réseau des atomes de terre rare (81) et de l'aimantation du sous

réseau des atomes de métal de transition (82) s'inversent. Par cette procédure de chauffage, l'aimantation macroscopique (80) du point mémoire (92) à inhiber est maintenant de sens opposé à ce qu'elle était avant le chauffage, et le champ magnétique d'écriture (88) généré par les conducteurs (74) et (75) est maintenant un champ stabilisant : l'aimantation du point mémoire n'est pas renversée. Lorsque l'écriture du point mémoire (90) sélectionné est terminée, on stoppe d'abord le champ d'écriture (88) en coupant le courant dans les conducteurs (74) et (75), puis on coupe le chauffage du point mémoire (92) à inhiber. La couche (73) correspondante se refroidit au-dessous de sa température de compensation et retrouve son état d'aimantation initiale à la température (102) en dessous de la température de compensation (83), comme on peut le voir sur la figure 6c, dans laquelle seule la couche (73) a été représentée. Ainsi par cette procédure, l'écriture du point mémoire (92) est inhibée bien que le sens et l'amplitude du champ d'écriture (88) aient correspondu à un champ d'écriture.

L'intérêt de cette technique d'inhibition est d'éliminer toutes les erreurs d'adressage potentielles, puisque le champ d'écriture est un champ stabilisant sur tous les points mémoire, quel que soit leur état d'aimantation au repos, sauf sur le point mémoire sélectionné pour lequel il peut donc être très supérieur au champ de retournement moyen. Les erreurs d'adressage sont donc impossibles.

Avantageusement, cette technique d'adressage par inhibition permet également d'écrire plusieurs points mémoire simultanément, puisque la sélection est réalisée par l'inhibition des autres points mémoire. Le processus d'écriture peut avantageusement être réduit à deux étapes : l'écriture simultanée de l'ensemble des points mémoire dans une direction donnée, en saturant tous les conducteurs correspondants et en inhibant les points mémoire de la direction opposée, et l'écriture simultanée de l'ensemble des points mémoire dans l'autre direction en inversant les sélections d'écriture (ainsi que le signe du courant d'écriture) et de chauffage. Par cette approche on maximalise la vitesse d'écriture globale de la mémoire.

Avantageusement, le courant de chauffage peut être obtenu par un élément chauffant extérieur non représenté sur la figure 3.

Avantageusement, la structure de la mémoire n'utilise qu'un seul conducteur d'excitation puisque l'amplitude du champ d'écriture (88) n'étant plus le critère de sélection du point mémoire à écrire, il n'est plus nécessaire d'utiliser deux conducteurs croisés pour sélectionner le point mémoire à écrire à leur intersection seulement. Dans

5 ce cas, la mémoire est formée d'un conducteur unique (supérieur) d'excitation de champ (74), et d'un conducteur de commande des transistors (inférieur) de chauffage (77). Cette architecture permet de supprimer la ligne d'excitation inférieure (75), ce qui permet de minimiser la dimension de la cellule élémentaire, puisqu'il n'y a plus à

10 décaler la ligne de transistor de commande (77) par rapport au point mémoire (70) pour permettre le passage de la ligne de courant inférieure (75). Les possibilités d'intégration s'en trouvent de fait accrues et les procédés de fabrication sont simplifiés.

REVENDICATIONS

1. Mémoire magnétique, dont chaque point mémoire est constitué d'une jonction tunnel magnétique (70), comprenant :
 - une couche magnétique, dite couche piégée (71), dont l'aimantation est rigide ;
 - une couche magnétique, dite couche libre (73), dont l'aimantation peut être inversée ;
 - une couche isolante (72), interposée entre la couche libre (73) et la couche piégée (71) et au contact respectif de ces deux couches ,*caractérisée* en ce que la couche libre (73) est réalisée en un alliage amorphe ou nanocristallisé à base de terre rare et d'un métal de transition, l'ordre magnétique dudit alliage étant de type ferrimagnétique, et en ce que la température de fonctionnement de la mémoire est choisie proche de la température de compensation dudit alliage.
2. Mémoire magnétique selon la revendication 1, *caractérisée* en ce que la couche libre (73) est réalisée à base d'un alliage de Gadolinium et de Cobalt.
3. Mémoire magnétique selon l'une des revendications 1 et 2, *caractérisée* en ce que la couche libre (73) intègre en outre en faible quantité un ou plusieurs éléments de substitution.
4. Mémoire magnétique selon la revendication 3, *caractérisée* en ce que les éléments de substitution sont choisis dans le groupe comprenant par exemple le Zr, Ta, Mo, Nb, Dy, Sm, Pt.
5. Mémoire magnétique selon l'une des revendications 1 à 4, *caractérisée* en ce que la couche piégée (71) est réalisée en un alliage amorphe à base de terre rare et d'un métal de transition, identique ou différent de celui constitutif de la couche libre (73), l'ordre magnétique dans ledit alliage étant de type ferrimagnétique.

6. Mémoire magnétique selon la revendication 5, *caractérisée* en ce que la couche piégée (71) est réalisée en un alliage amorphe à base de Terbium et de Cobalt.
7. Mémoire magnétique selon l'une des revendications 1 à 4, *caractérisée* en ce
5 que la couche piégée (71) est réalisée en un alliage amorphe à base de terre rare et d'un métal de transition, l'ordre magnétique dans ledit alliage étant de type ferromagnétique ,
8. Mémoire magnétique selon la revendication 7, *caractérisée* en ce que la couche
10 piégée (71) est réalisée en un alliage de samarium et de cobalt.
9. Mémoire magnétique selon l'une des revendications 1 à 8, *caractérisée* en ce
15 que chacun de ses points mémoire est placé à l'intersection d'un réseau de conducteurs électriques (74, 75), ledit conducteur inférieur (75) étant isolé électriquement desdits points mémoire, chacun desdits points mémoire étant connecté à sa base à un transistor de sélection (76), l'écriture étant réalisée au niveau d'un point mémoire considéré par l'envoi simultané d'impulsions de courant électrique dans lesdits conducteurs (74, 75) et d'un courant de chauffage par le biais dudit transistor (76).
20
10. Mémoire magnétique selon l'une des revendications 1 à 9, *caractérisée* en ce
25 que la température du point mémoire lors de l'écriture est portée à une valeur supérieure à la température de compensation (53) de la couche libre (73) qui le constitue.
11. Mémoire magnétique à accès aléatoire conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 10.

12. Procédé pour écrire dans une mémoire magnétique dont chaque point mémoire est constitué d'une jonction tunnel magnétique (70), comprenant :

- une couche magnétique, dite couche piégée (71), dont l'aimantation est rigide ;
- 5 • une couche magnétique, dite couche libre (73), dont l'aimantation peut être inversée ;
- une couche isolante (72), interposée entre la couche libre (73) et la couche piégée (71) et au contact respectif de ces deux couches

10 chacun des points mémoire étant placé à l'intersection d'un réseau de conducteurs électriques (74, 75), ledit conducteur inférieur (75) étant isolé électriquement desdits points mémoire, chacun desdits points mémoire étant connecté à sa base à un transistor de sélection (76),

caractérisé en ce qu'il consiste :

- 15 • à réaliser la couche libre (73) en un alliage amorphe ou nanocristallisé à base de terre rare et d'un métal de transition, l'ordre magnétique dudit alliage étant de type ferrimagnétique, et la température de fonctionnement de la mémoire est choisie proche de la température de compensation dudit alliage ;
- 20 • à envoyer simultanément au niveau du point mémoire à écrire des impulsions de courant électrique dans lesdits conducteurs (74, 75) correspondants et un courant de chauffage par le biais dudit transistor (76) considéré.

13. Procédé pour écrire dans une mémoire magnétique dont chaque point mémoire est constitué d'une jonction tunnel magnétique (70), comprenant :

- 25 • une couche magnétique, dite couche piégée (71), dont l'aimantation est rigide ;
- une couche magnétique, dite couche libre (73), dont l'aimantation peut être inversée ;
- une couche isolante, interposée entre la couche libre (73) et la couche piégée (71) et au contact respectif de ces deux couches,

30

chacun des points mémoire étant placé à l'intersection d'un réseau de conducteurs électriques (74, 75), ledit conducteur inférieur (75) étant isolé

électriquement desdits points mémoire, chacun d'entre eux étant connecté à sa base à un transistor de sélection (76),

caractérisé en ce qu'il consiste :

- à réaliser la couche libre (73) en un alliage amorphe ou nanocristallisé à base de terre rare et d'un métal de transition, l'ordre magnétique dudit alliage étant de type ferrimagnétique, et la température de fonctionnement de la mémoire est choisie inférieure à la température de compensation dudit alliage ;
- à envoyer simultanément au niveau du point mémoire à écrire des impulsions de courant électrique dans lesdits conducteurs (74, 75) correspondants et, au niveau des points mémoire à inhiber, lesdits points mémoire à inhiber présentant l'aimantation de leur couche libre orientée selon la même direction que celle de la couche libre du point mémoire à écrire, un courant de chauffage par l'ouverture des transistors (76) correspondant connectés aux points mémoire à inhiber, ledit courant de chauffage étant sélectionné de telle sorte que la température desdits points mémoire à inhiber devienne supérieure à la température de compensation de l'alliage ferrimagnétique constitutif de la couche libre (73) desdits points mémoire.

20

14. Procédé pour écrire dans une mémoire magnétique selon la revendication 13, *caractérisé* en ce qu'un champ magnétique appliqué sur le point mémoire à écrire par les impulsions de courant électrique transitant par le biais des conducteurs électriques (74, 75) ait une amplitude très nettement supérieur au champ magnétique individuel de retournement de l'aimantation de la couche libre (73) dudit point mémoire à écrire.

25

15. Procédé pour écrire dans une mémoire magnétique selon l'une des revendications 13 et 14, *caractérisé* en ce que plusieurs points mémoire sont écrits simultanément.

30

16. Procédé pour écrire dans une mémoire magnétique se présentant sous la forme d'une matrice selon l'une des revendications 13 à 15, *caractérisé* en ce que l'on procède simultanément à l'écriture de l'ensemble des points mémoire d'une des deux états (directions) de la mémoire.
- 5
17. Procédé pour écrire dans une mémoire magnétique selon la revendication 16, *caractérisé* en ce que l'on procède à l'écriture de l'intégralité de la mémoire en deux opérations :
- une première opération dans laquelle on procède à l'écriture des points mémoire dans une direction donnée ;
 - une seconde opération dans laquelle on procède à l'écriture des points mémoire dans l'autre direction.
- 10
18. Procédé pour écrire dans une mémoire magnétique selon la revendication 13, *caractérisé* en ce que l'écriture sur chacun des points mémoire est obtenue par une impulsion de courant électrique convoyée par un seul conducteur.
- 15

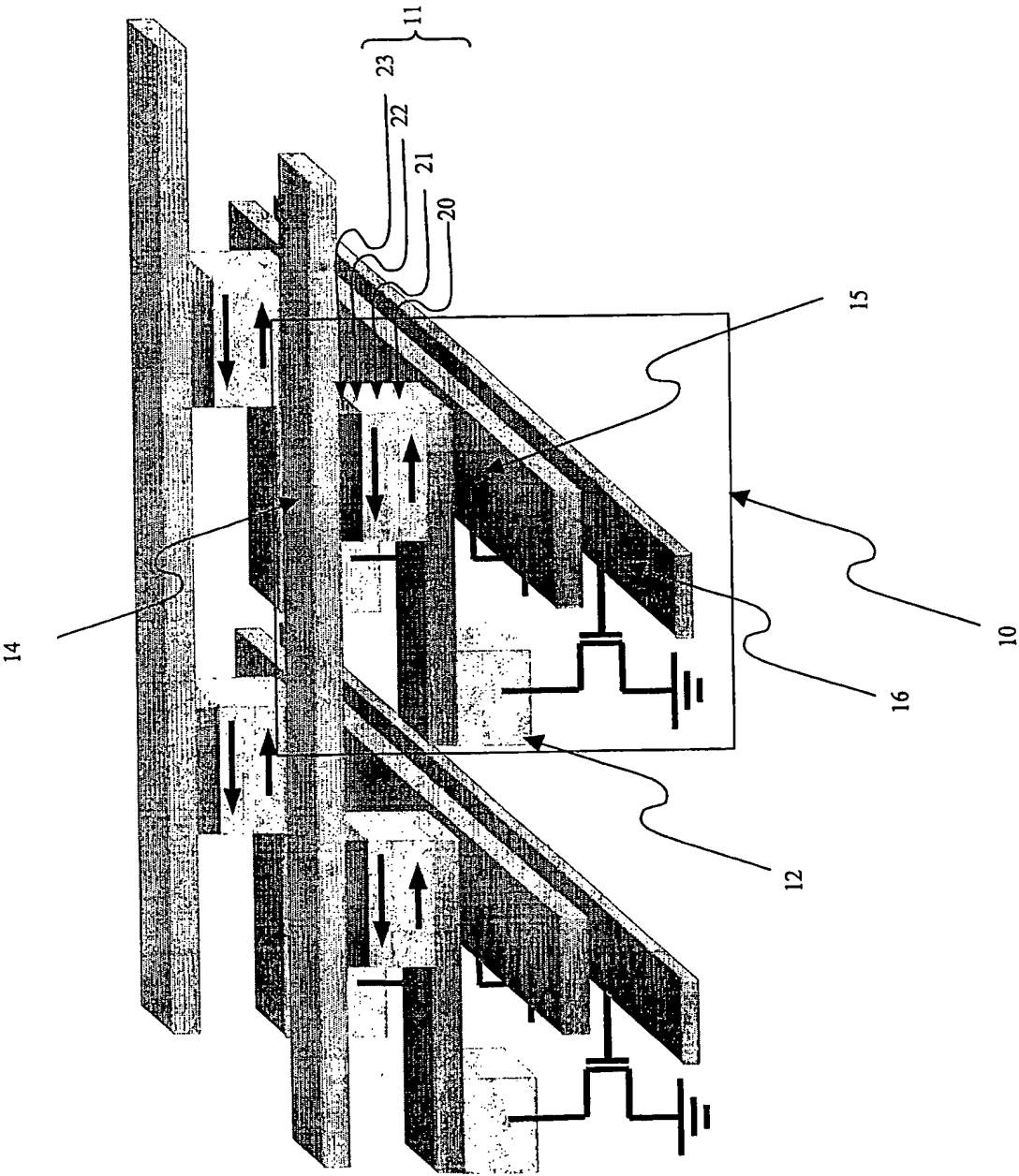


Figure 1

2/6

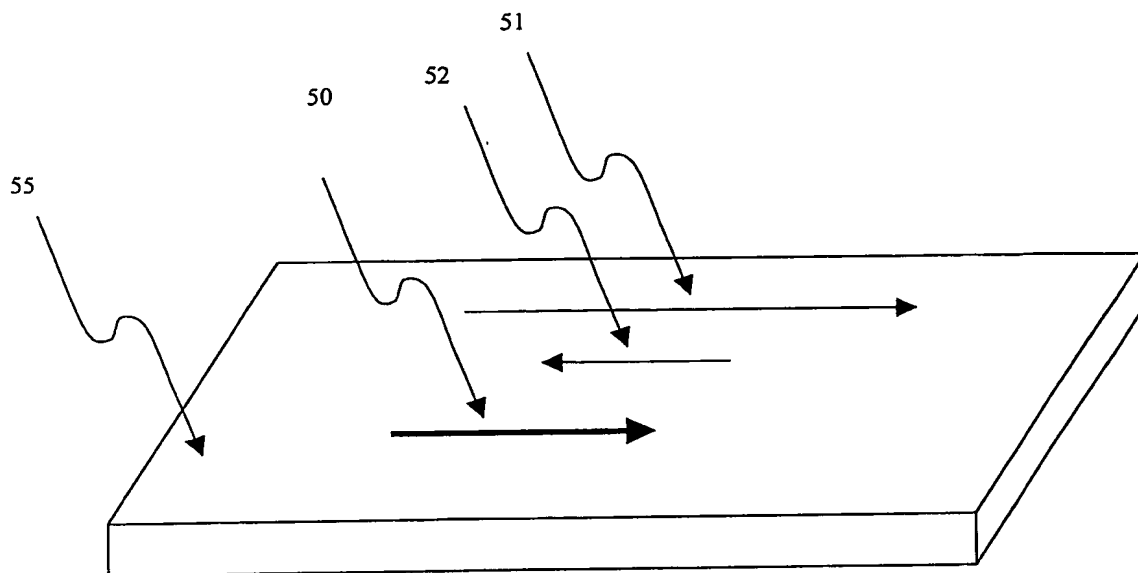


FIGURE 2a

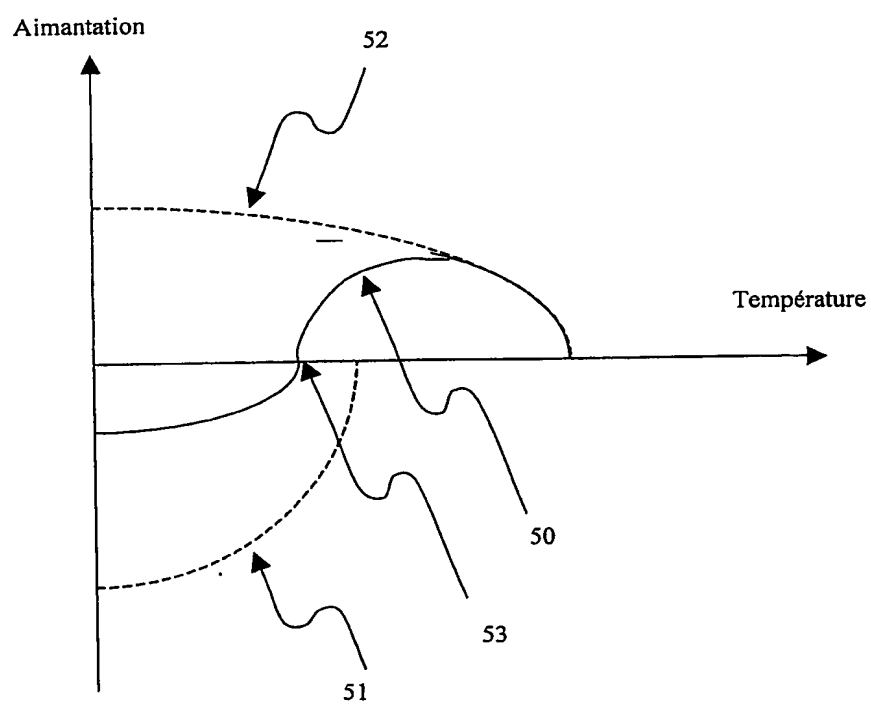


FIGURE 2b

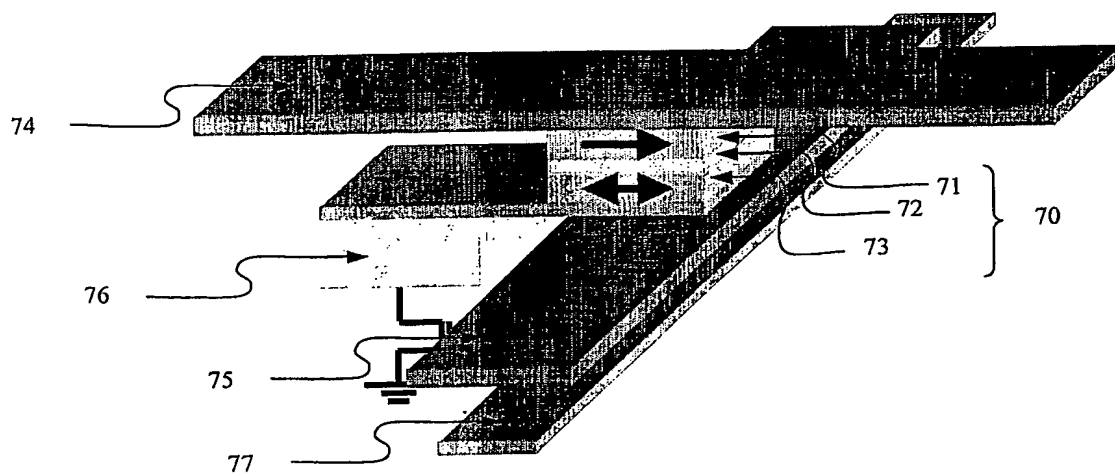


FIGURE 3

4/6

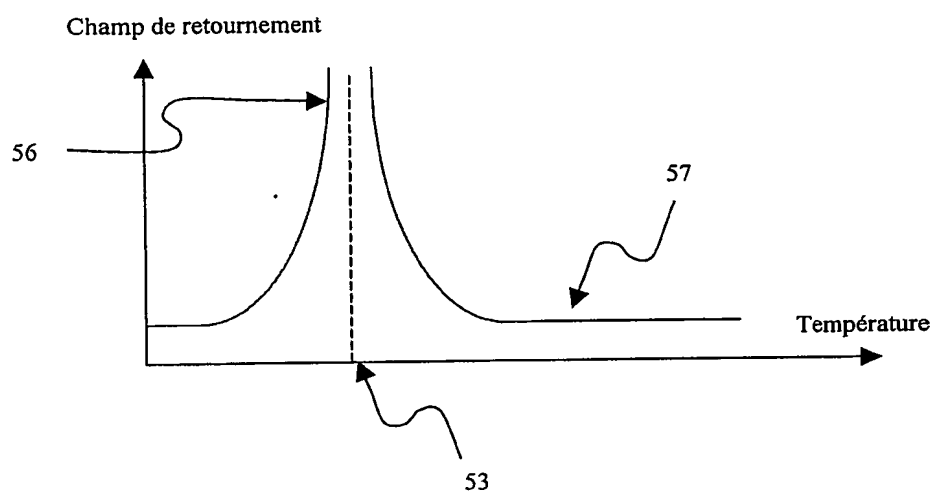


FIGURE 4

5/6

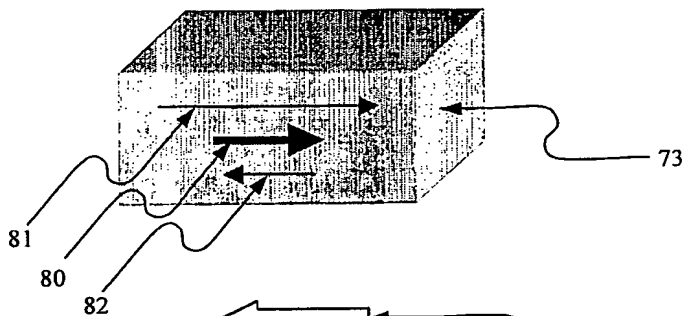


FIGURE 5a

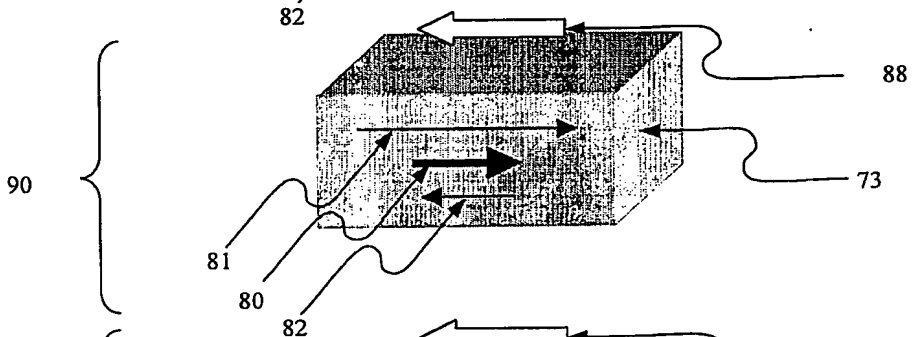


FIGURE 5b

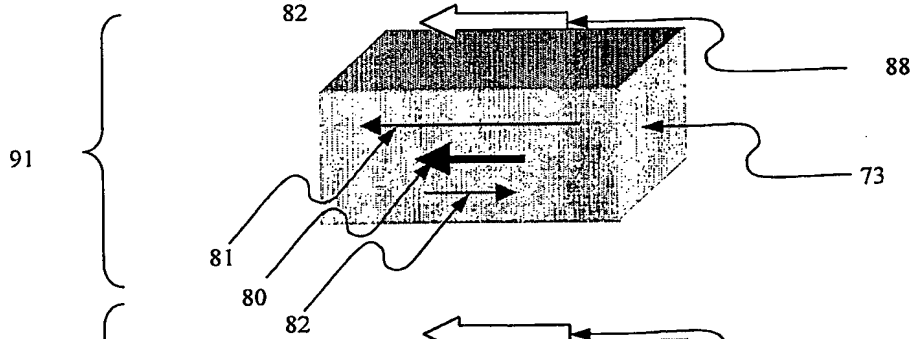


FIGURE 5c

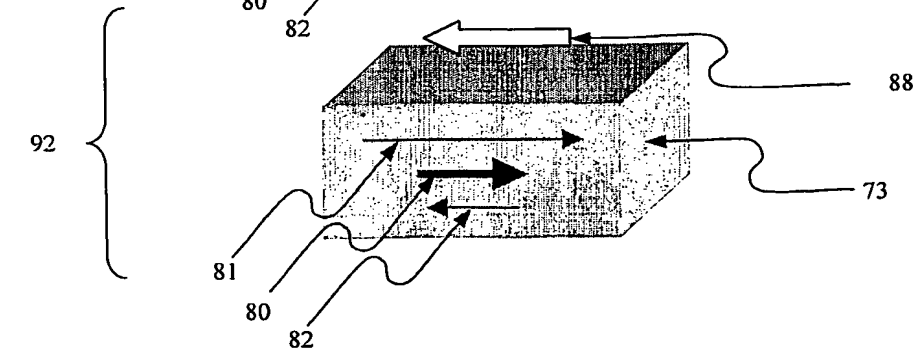


FIGURE 5d

6/6

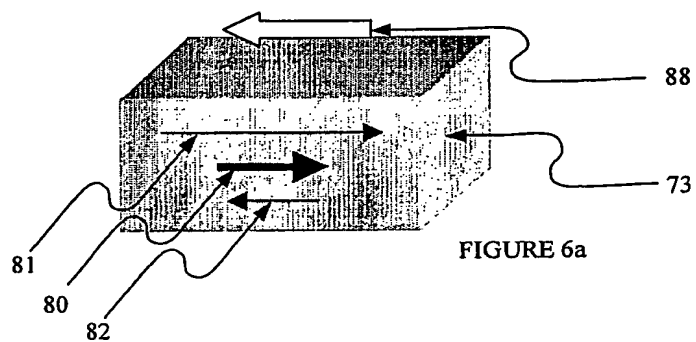
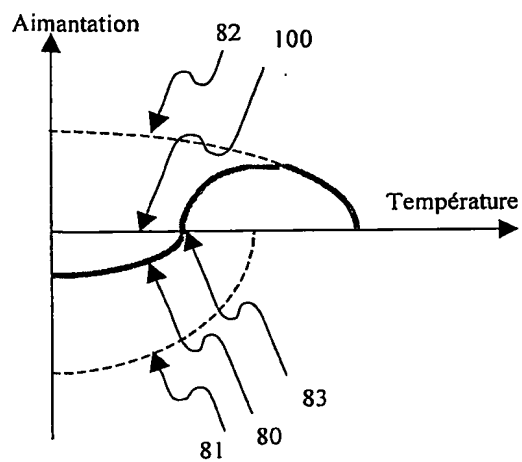


FIGURE 6a

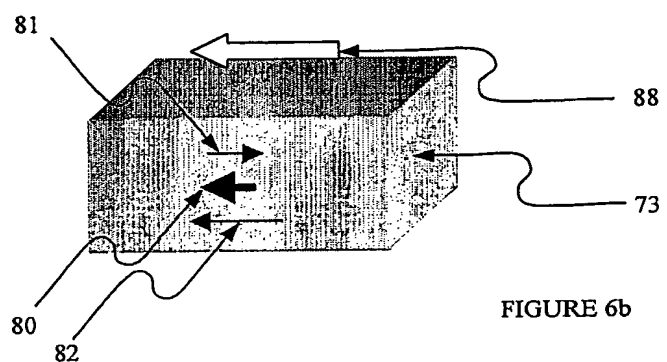
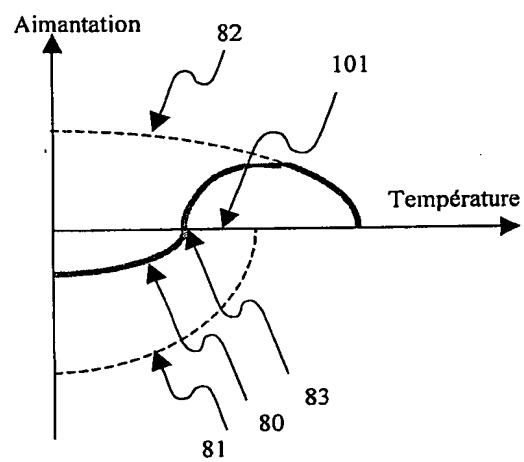


FIGURE 6b

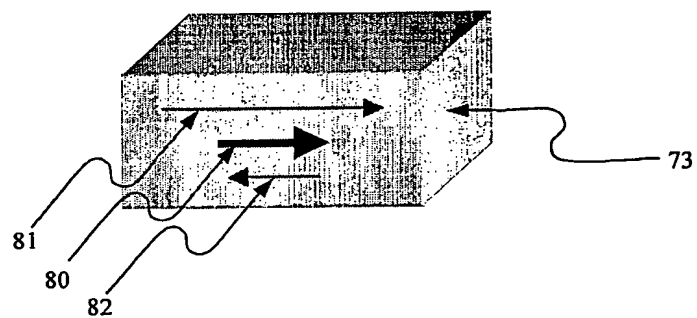
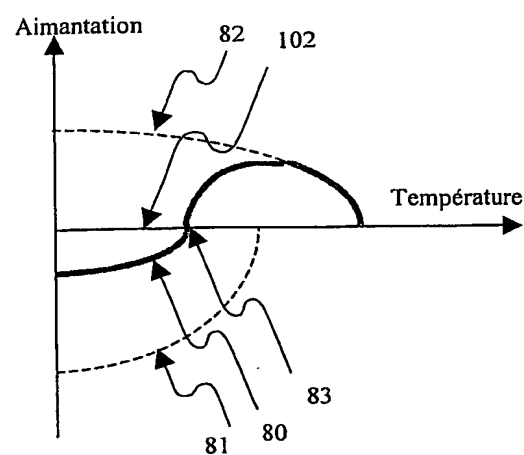


FIGURE 6c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 02/03209

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G11C11/16 H01F10/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G11C H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	US 6 385 082 B1 (TROUILLOUD PHILIP L ET AL) 7 May 2002 (2002-05-07) the whole document	1-12
P, A	US 2002/089874 A1 (NICKEL J.H. & TRAN L.T.) 11 July 2002 (2002-07-11) the whole document	9-18
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 186 (P-1347), 7 May 1992 (1992-05-07) & JP 04 023293 A (TOSHIBA CORP), 27 January 1992 (1992-01-27) abstract	9, 10
A	US 2001/019461 A1 (ALLENSPACH ET AL) 6 September 2001 (2001-09-06) the whole document	2, 3, 9-12
	--- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 December 2002

Date of mailing of the international search report

02/01/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Degraeve, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intel
nal Application No
PCT/FR 02/03209

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 771 347 A (HORIMAI HIDEYOSHI ET AL) 13 September 1988 (1988-09-13) the whole document ----	1-8
A	WO 00 79540 A (NONVOLATILE ELECTRONICS INC ;POHM ARTHUR V (US); DAUGHTON JAMES M) 28 December 2000 (2000-12-28) the whole document -----	1,9-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int: lonal Application No

PCT/FR 02/03209

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6385082	B1	07-05-2002	NONE
US 2002089874	A1	11-07-2002	CN 1365117 A 21-08-2002 EP 1225592 A2 24-07-2002 JP 2002245774 A 30-08-2002
JP 04023293	A	27-01-1992	NONE
US 2001019461	A1	06-09-2001	EP 1130578 A2 05-09-2001 JP 2001273601 A 05-10-2001
US 4771347	A	13-09-1988	JP 1976160 C 17-10-1995 JP 6095404 B 24-11-1994 JP 62154347 A 09-07-1987 AT 79686 T 15-09-1992 AU 583968 B2 11-05-1989 AU 6659386 A 02-07-1987 CA 1310113 A1 10-11-1992 DE 3686480 D1 24-09-1992 DE 3686480 T2 04-03-1993 EP 0227480 A2 01-07-1987 KR 9510333 B1 14-09-1995
WO 0079540	A	28-12-2000	AU 6121100 A 09-01-2001 EP 1196925 A1 17-04-2002 WO 0079540 A1 28-12-2000

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dent Internationale No

PCT/FR 02/03209

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G11C11/16 H01F10/32

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G11C H01F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
P,X	US 6 385 082 B1 (TROUILLOUD PHILIP L ET AL) 7 mai 2002 (2002-05-07) le document en entier	1-12
P,A	US 2002/089874 A1 (NICKEL J.H. & TRAN L.T.) 11 juillet 2002 (2002-07-11) le document en entier	9-18
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 186 (P-1347), 7 mai 1992 (1992-05-07) & JP 04 023293 A (TOSHIBA CORP), 27 janvier 1992 (1992-01-27) abrégé	9,10
A	US 2001/019461 A1 (ALLENSPACH ET AL) 6 septembre 2001 (2001-09-06) le document en entier	2,3,9-12
	-/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

18 décembre 2002

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

02/01/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Degraeve, L

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De le Internationale No
PCT/FR 02/03209

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 771 347 A (HORIMAI HIDEYOSHI ET AL) 13 septembre 1988 (1988-09-13) le document en entier ----	1-8
A	WO 00 79540 A (NONVOLATILE ELECTRONICS INC ; POHM ARTHUR V (US); DAUGHTON JAMES M) 28 décembre 2000 (2000-12-28) le document en entier -----	1,9-12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De le Internationale No

PCT/FR 02/03209

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6385082	B1	07-05-2002	AUCUN	
US 2002089874	A1	11-07-2002	CN 1365117 A EP 1225592 A2 JP 2002245774 A	21-08-2002 24-07-2002 30-08-2002
JP 04023293	A	27-01-1992	AUCUN	
US 2001019461	A1	06-09-2001	EP 1130578 A2 JP 2001273601 A	05-09-2001 05-10-2001
US 4771347	A	13-09-1988	JP 1976160 C JP 6095404 B JP 62154347 A AT 79686 T AU 583968 B2 AU 6659386 A CA 1310113 A1 DE 3686480 D1 DE 3686480 T2 EP 0227480 A2 KR 9510333 B1	17-10-1995 24-11-1994 09-07-1987 15-09-1992 11-05-1989 02-07-1987 10-11-1992 24-09-1992 04-03-1993 01-07-1987 14-09-1995
WO 0079540	A	28-12-2000	AU 6121100 A EP 1196925 A1 WO 0079540 A1	09-01-2001 17-04-2002 28-12-2000

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.